

天然ゴム廃水中のゴム粒子性状が前処理槽のゴム除去に与える影響の評価

呉工業高等専門学校 非会員 ○植野 太智
非会員 南 汰翼
正会員 谷川 大輔

1. 目的

東南アジア地域の主要農産業の一つである天然ゴム産業では、製造時に大量の廃水が排出されている。当該廃水の処理は開放型のラグーン法や活性汚泥法による処理が主流となっており、廃水中の有機物および窒素の分解過程でメタンや亜酸化窒素等の温室効果ガスが大気中に排出されており、問題となっている。これらの温室効果ガス排出量の削減には閉鎖型の廃水処理システムの導入が有効であるが、当該廃水中に残存するゴム分が装置内で凝固・蓄積し、システムの閉塞を引き起こすことが、閉鎖型システム導入が進まない背景となっている。そこで、本研究では、廃水中の残存ゴム分の回収・除去を目的とした前処理槽に着目し、現地に適用可能な廃水処理システムの検討をおこなった。

2. 実験方法および条件

2.1 前段処理槽の概要

本研究では、廃水の流れ方によって2種類の前処理槽を提案した。図-1,図-2に前段処理槽Aおよび前処理槽Bの概略図をそれぞれ示す。前処理槽Aは、プラスチック製の容器に核となるゴム(核ゴム)を入れ、階段状の流れとした。前段処理槽Bは、ポリ塩化ビニルパイプの中に前処理槽Aと同量の核ゴムを設置し、水平方向の流れとした。核ゴムは廃水中に浸漬した形とした。

2.2 ABR-DHSシステムの概要

図-3に本研究で使用した前処理後の廃水処理システムを示す。当該システムは、嫌気性バツフル反応器(Anaerobic Baffled Reactor: ABR)と下降流懸垂型スポンジ(Down-flow Hanging Sponge: DHS)リアクターを組み合わせたシステム(ABR-DHSシステム)とした。ABRとDHSの有効容積はそれぞれ、8.5Lと0.64L(スポンジ容積)とした。前段処理槽A, B, ABRの水理的滞留時間(Hydraulic Retention Time: HRT)はそれぞれ0.5日, 1.0日, 4.5日とした。

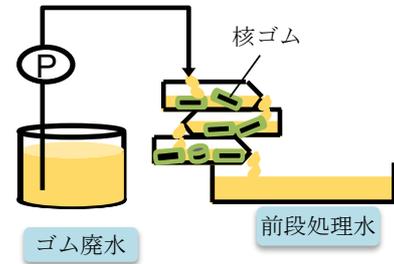


図-1 前段処理槽 A

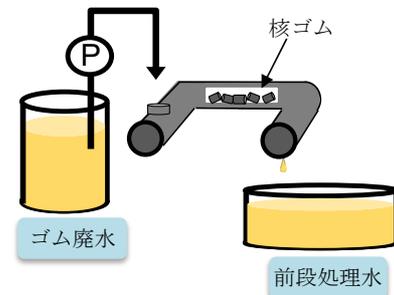


図-2 前段処理槽 B

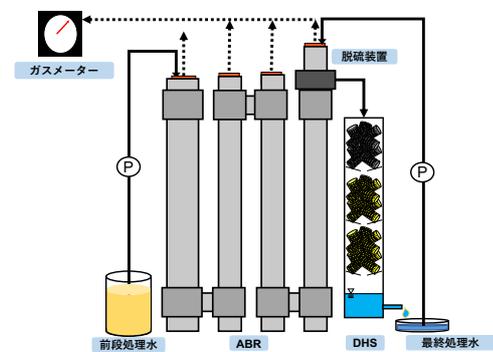


図-3 ABR-DHSシステム概略図

供試廃水は、天然ゴム生産工場から排出されるブロックラバー廃水を想定し、天然ゴムラテックス、酢酸、プロピオン酸、アンモニアを混合し、水道水で希釈して作成した。実験では性状の異なる2種類の天然ゴムラテックスを使用しており、使用期間に応じて実験期間を期間Ⅰ, 期間Ⅱに分け、期間Ⅱの途中から前処理槽をAからBに変更したため、当該期間を期間Ⅲとして設定した。

キーワード 天然ゴム産業, ゴム除去, 嫌気性バツフル反応器, 下降流懸垂型スポンジリアクター

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南2-2-1 1 呉工業高等専門学校 環境都市工学分野 谷川研究室

T E L 0823-73-8955

3. 実験結果および考察

3.1 前段処理槽におけるゴム除去性能

図-4 に各サンプルの COD 濃度, 図-5 に前段処理前後の SS 濃度の結果について示す. 期間 I では, 前処理を経ることにより平均 COD 除去率 26.4%を達成した. しかし期間 II, IIIにおいてはそれぞれ 9.3%, 4.4%となり COD 除去率が低下した. また SS 除去率についても期間 I では 34.2%の除去を達成していたが, ラテックスを変更した期間 II, IIIでは前処理後の方が SS 濃度が高くなっていった. 一般的に, 天然ゴムラテックス中のゴム粒子径は $0.04\text{--}4\ \mu\text{m}$ とされている. SS の測定では $0.45\ \mu\text{m}$ のガラス繊維ろ紙を使用していることから, 変更後のラテックスでは粒子径が $0.45\ \mu\text{m}$ 以下のゴム粒子が多く存在しており, 前処理槽内で粒子径が増大したものの, 核ゴムの表面に蓄積するまでは凝固が進行しなかったことが示唆された. 一方, ABR での COD 除去率に着目すると, 期間 I で 64.6%, 期間 II で 76.3%, 期間 III で 80.7%と, 流入 COD 濃度が増加しているにも関わらず, 除去率が向上していることが確認された. また, ABR におけるメタン転換率も, 期間 I の 57.0%に対して, 期間 II, IIIではそれぞれ 61.2%, 63.2%と増加していた. 前処理槽内に設置した核ゴムには, 好気性ゴム分解細菌 *Gordonia* 属が存在していることが確認されている. したがって, 粒子径の小さいゴム分がゴム分解細菌により前処理槽内で低分子化され, ABR 内での生分解性が向上したことが示唆された. また, 前処理槽 B は前処理槽 A よりも HRT が 2 倍長いことから, ゴム粒子の低分子化がより進行していることが考えられた.

期間 I では, 前処理槽 A の水面および廃水が伝って流れる壁面において, ゴム分が凝固・蓄積していることが確認された. 本研究室の過去の研究成果より, 廃水中の残存ゴム分の凝固には, 廃水が核となる物質および空気と効率的に接触することが重要であることが明らかとなっており, 同様の結果が得られた. 一方, 前処理槽 B の底面だけを廃水が伝って流れる方式を用いた過去の実験結果と比較すると, 期間 I の COD 除去率および SS 除去率は低い傾向が確認された. したがって, 空気との接触面積が大きい状態で核ゴムと廃水が接触すると, 残存ゴム分の凝固が進行し, 核ゴムが廃水中に浸漬した条件下では, 残存ゴム分の低分子化が進行することが示唆された.

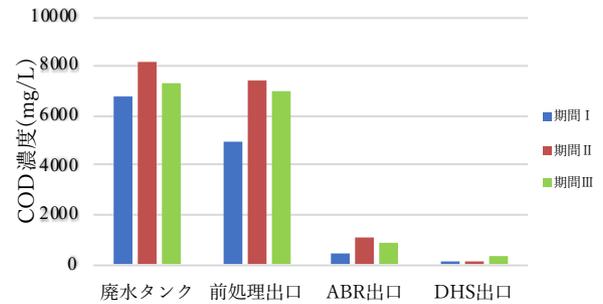


図-4 各サンプルの COD 濃度

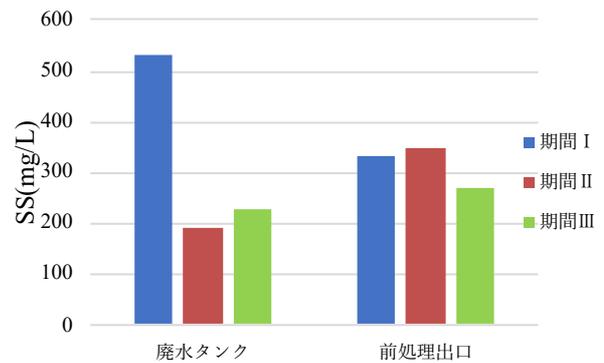


図-5 前段処理前後の SS 濃度

3.2 システム全体での廃水処理性能

表-1 に各期間における最終処理水の水質およびベトナムの排水基準値を示す. 有機物濃度については概ねベトナムの排水基準を達成可能であるものの, 全窒素およびアンモニア態窒素においては排水基準の基準値を満たしていないため, 窒素除去については後段処理の追加等が必要であると示唆された.

表-1 最終処理水の水質およびベトナムの排水基準

項目	単位	最終処理水			排水基準 ベトナム(B)
		期間 1	期間 2	期間 3	
pH	-	6.1	7.9	8.5	5.5-9
COD濃度	mg/L	124	140	194	150
BOD濃度	mg/L	4	17	41	50
全窒素	mg-N/L	82	102	106	60
アンモニア態窒素	mg-N/L	44	66	104	40

4. まとめ

本研究の結果より, 残存ゴム分をゴム粒子として回収する場合は, 空気との接触面を増やした形式とし, 閉鎖型嫌気性処理と組み合わせることで残存ゴム分をメタンとして回収する場合は, 核ゴムを浸漬させた形式が有効であることが明らかとなった. 実工場内には, 工場から廃水処理システムへの水路があり, 廃水処理システム表層に蓄積したゴム分も定期的に回収されていることから, 現存の施設や資源を活用することで, 本研究で提案する前処理プロセスの適用および閉鎖型嫌気性処理槽の導入が可能となることが示唆された.